

REDESAIN STRUKTUR GEDUNG HOTEL CITIHUB MAGELANG

Andryan Mistavhirul, Triana Setianingrum, Ilham Nurhuda^{*)}, Sukamta^{*)}

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang. 50239, Telp: (024)7474770, Fax:
(024)7460060

ABSTRAK

Desain struktur Hotel Citihub Magelang merupakan hasil perencanaan yang masih mengacu pada standar lama, antara lain SNI 03-2847-2002 dan SNI 1726-2002. Hal ini menjadi dasar dilakukannya redesain struktur gedung dengan mengacu pada standar-standar terbaru yaitu SNI 2847:2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung, menggunakan dimensi balok dan kolom struktur yang sama dengan desain sebelumnya. Redesain struktur dengan menerapkan konfigurasi Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) bertujuan agar nantinya struktur memiliki tingkat daktilitas yang mampu menahan beban gempa rencana. Analisis struktur menggunakan program SAP2000 untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur berdasarkan kombinasi pembebanan yang digunakan. Hasil dari redesain menunjukkan bahwa dengan menggunakan dimensi balok dan kolom struktur yang sama dengan desain sebelumnya, redesain struktur Hotel Citihub Magelang mempunyai perbedaan penulangan balok dan kolom yang bervariasi.

Kata kunci: redesain, struktur gedung, beton bertulang, SRPMK, balok, kolom

ABSTRACT

Structural design of Citihub Hotel Magelang was based on SNI 03-2847-2002 and SNI 1726-2002. Those design codes were not the newest codes when the structure was built in 2015. How the building complies with the current codes of SNI 2847:2013 and SNI 1726:2012 was the main reason of this study. Using the same dimension of beams and columns as in the previous design, the building was redesigned as a Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) to withstand earthquake loading. The structural analysis was conducted using SAP2000 program. This study shows that using the same dimension of beams and columns as in the previous design, the structural redesign of Citihub Hotel Magelang results in different reinforcements in some beams and columns.

Keywords: *Special Moment Resisting Frame System, Concrete Strength, Building Design*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton bertulang merupakan salah satu material bangunan yang banyak digunakan dalam berbagai konstruksi di Indonesia baik untuk bangunan komersil maupun infrastruktur. Seiring dengan berjalannya waktu, teknologi beton bertulang terus berkembang, hal ini

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

harus diikuti pula dengan peraturan-peraturan dan ketentuan-ketentuan yang dapat menyesuaikan. Indonesia memiliki tata cara perancangan untuk struktur beton bertulang yang tertuang dalam standar yaitu SNI 2847:2013 “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung” yang terbit untuk menggantikan SNI sebelumnya yaitu SNI 03-2847-2002 “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung”.

Salah satu hal yang berkaitan dengan perencanaan struktur gedung adalah gempa. Faktor gempa menjadi hal yang tidak boleh diabaikan karena Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai potensi akan terjadinya gempa, dimana Indonesia terletak pada pertemuan 3 lempeng (Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik). Peraturan yang berkaitan dengan perencanaan struktur gedung tahan gempa di Indonesia adalah SNI 1726:2012 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”. Peraturan ini terbit untuk menggantikan peraturan sebelumnya yaitu SNI 1726-2002 “Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung”.

Laporan Tugas Akhir ini akan membahas tentang perencanaan ulang atau redesain struktur gedung Hotel Citihub Magelang menggunakan peraturan-peraturan terbaru yang berlaku di Indonesia yaitu SNI Beton 2847:2013 dan SNI Gempa 1726:2012. Hotel dengan struktur beton bertulang 8 lantai dan 1 lantai atap setinggi 29 meter ini terletak pada lahan seluas 985 m² di Jalan Gatot Subroto nomor 260, Magelang, Jawa Tengah. Hotel ini direncanakan dilakukan pada tahun 2012, dimana pada saat itu masih menggunakan peraturan-peraturan lama yaitu SNI 03-2847-2002 dan SNI 1726-2002.

Maksud dan Tujuan

Penulisan laporan Tugas Akhir ini mempunyai maksud untuk mendesain kembali struktur gedung Hotel Citihub Magelang. Sedangkan tujuan dari penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan struktur gedung bertingkat berdasarkan pada SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan SNI 1726:2012 tentang Tata Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, serta peraturan-peraturan penunjang lainnya.
2. Merencanakan struktur gedung dengan analisis konfigurasi Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam redesain struktur gedung Hotel Citihub Magelang meliputi :

1. Penentuan beban-beban yang bekerja dan analisis struktur gedung.
2. Perencanaan struktur portal beton bertulang (kolom dan balok).
3. Perencanaan pelat lantai dan pelat atap beton bertulang.
4. Perencanaan struktur bawah (pondasi).
5. Membuat gambar rencana berdasarkan hasil perhitungan struktur.

Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan perbandingan volume penulangan balok dan kolom antara struktur redesain dengan hasil perencanaan sebelumnya. Namun demikian, terdapat batasan pada perbandingan penulangan tersebut karena telah dilakukan perubahan dan penyederhanaan pada struktur redesain, antara lain :

- 1) Struktur atap kuda-kuda baja ringan tidak direncanakan, seperti pada perencanaan sebelumnya, melainkan menggunakan atap pelat beton bertulang.

- 2) Struktur GWT (*Ground Water Tank*) yang pada perencanaan sebelumnya berada pada elevasi $\pm 0,00$ hingga elevasi $-2,90$ di gedung bagian belakang, pada perencanaan redesain ditiadakan, sehingga elevasi seluruh *pile cap* pada lantai dasar berada pada elevasi yang sama yaitu $\pm 0,00$.
- 3) Beban *roof tank* yang berada pada atap diubah menjadi beban mati tambahan sebagai beban mekanikal, elektrikal, dan *plumbing* sebesar 25 kg/m .
- 4) Balkon plat kantilever yang ada pada perencanaan sebelumnya, ditiadakan pada permodelan struktur redesain.

TINJAUAN PUSTAKA

Analisis dari sistem struktur untuk keperluan desain perlu diperhitungkan terhadap adanya kombinasi pembebanan (*Load Combination*) dari beberapa kasus beban yang dapat bekerja secara bersamaan selama umur rencana. Kombinasi pembebanan ini disebabkan oleh bekerjanya beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Kombinasi yang digunakan pada perencanaan struktur gedung ini antara lain :

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1L$
3. $1,2D + 1,6L$
4. $1,317D + L + 0,163E_x + 0,049E_y$
5. $1,317D + L + 0,163E_y + 0,049E_x$
6. $0,783D + 0,163E_x + 0,049E_y$
7. $0,783D + 0,163E_y + 0,049E_x$

METODOLOGI PENELITIAN

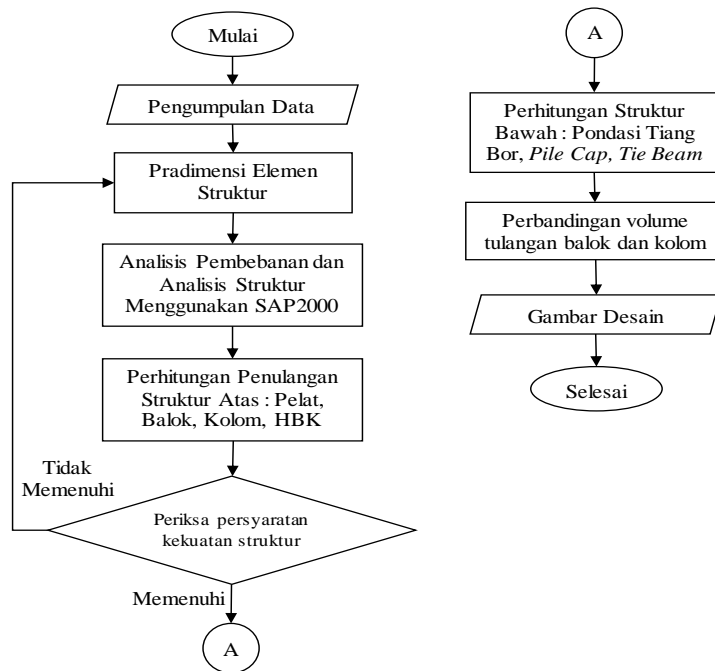
Data Bangunan

Data perencanaan yang digunakan terdiri dari gambar arsitektur dan struktur gedung, laporan penyelidikan tanah. Data umum pada Hotel Citihub Magelang antara lain :

1. Nama bangunan : Hotel Citihub Magelang
2. Tinggi bangunan : 29 meter
3. Jumlah lantai : 8 lantai + 1 lantai atap
4. Tinggi antar lantai : Lantai dasar = 3,5 meter
Lantai 1 = 4,5 meter
Lantai 2 – 7 = 3,5 meter
5. Sistem rangka : SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)
6. Jenis pondasi : Pondasi tiang bor (*bored pile*)
7. Spesifikasi material :
Mutu beton ($f'c$) : 30 MPa
Mutu baja tulangan (f_y) : 390 Mpa

Diagram Alir Perencanaan

Tahapan-tahapan dalam redesain struktur gedung dapat dijelaskan pada diagram alir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

Pedoman Perencanaan

Standar-standar yang digunakan sebagai acuan dalam redesain struktur gedung ini antara lain :

1. Peraturan Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 1726:2012)
3. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)

ANALISIS DAN PERHITUNGAN STRUKTUR

Komponen-komponen beban yang digunakan dalam analisis struktur antara lain:

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati terdiri dari berat sendiri elemen struktur dan beban mati tambahan. Berat sendiri elemen struktur dihitung secara otomatis sebagai *self weight* oleh software SAP2000. Selain berat sendiri elemen struktur, terdapat beban mati tambahan yang berasal dari elemen arsitektural bangunan, yaitu :

- a. Beban lantai (spesi dan keramik) = $42 \text{ kg/m}^2 + 24 \text{ kg/m}^2 = 66 \text{ kg/m}^2$
- b. Beban plafond dan penggantung = $11 \text{ kg/m}^2 + 7 \text{ kg/m}^2 = 18 \text{ kg/m}^2$
- c. Beban dinding (pasangan batu bata ringan) = 125 kg/m^2
- d. Beban mekanikal, elektrik, dan *plumbing* = 25 kg/m^2

2. Beban Hidup (*Live Load*)

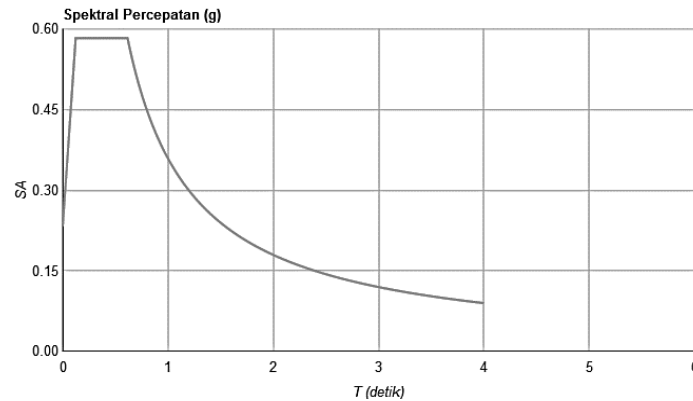
Beban hidup yang bekerja pada pelat lantai harus mengacu pada standar Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013). Beban hidup tersebut berbeda-beda sesuai dengan fungsi ruangan yang digunakan, yaitu :

- a. Lantai dasar berfungsi sebagai lobi dengan beban hidup $4,79 \text{ kN/m}^2$
- b. Lantai 1 berfungsi sebagai ruang pertemuan (*meeting room*) dengan beban hidup $4,79 \text{ kN/m}^2$

- c. Lantai 2-7 berfungsi sebagai ruang kamar dengan beban hidup $1,92 \text{ kN/m}^2$
- d. Lantai atap berfungsi sebagai atap biasa dengan beban hidup $0,96 \text{ kN/m}^2$

Analisis Struktur

Dari analisis perhitungan rata-rata nilai N-SPT sampai dengan kedalaman 30 meter, diperoleh nilai tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata (N) adalah sebesar 31,8302 dan termasuk dalam klasifikasi Tanah Sedang (SD). Kurva Spektrum Respons Percepatan Desain didapatkan dari situs *puskim.pu.go.id*. seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Spektrum Respons Percepatan Desain

(Sumber : *puskim.pu.go.id*)

Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012) Pasal 4.1.2, disebutkan bahwa gedung dan non gedung yang ditujukan sebagai gedung apartemen/rumah susun termasuk dalam kategori risiko II dengan faktor keutamaan gempa (I_e) sebesar 1,0. Kategori Desain Seismik (KDS) ditentukan berdasarkan parameter percepatan spektrum respons desainnya, $S_{DS} = 0,583 \text{ g}$ dan $S_{D1} = 0,359 \text{ g}$, dari nilai S_{DS} dan S_{D1} maka termasuk Kategori Desain Seismik D. Struktur gedung menggunakan sistem rangka beton bertulang rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dengan besaran Koefisien Modifikasi Respons (R) = 8, Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω_0) = 3, dan Faktor Pembesaran Defleksi (C_d) = 5,5.

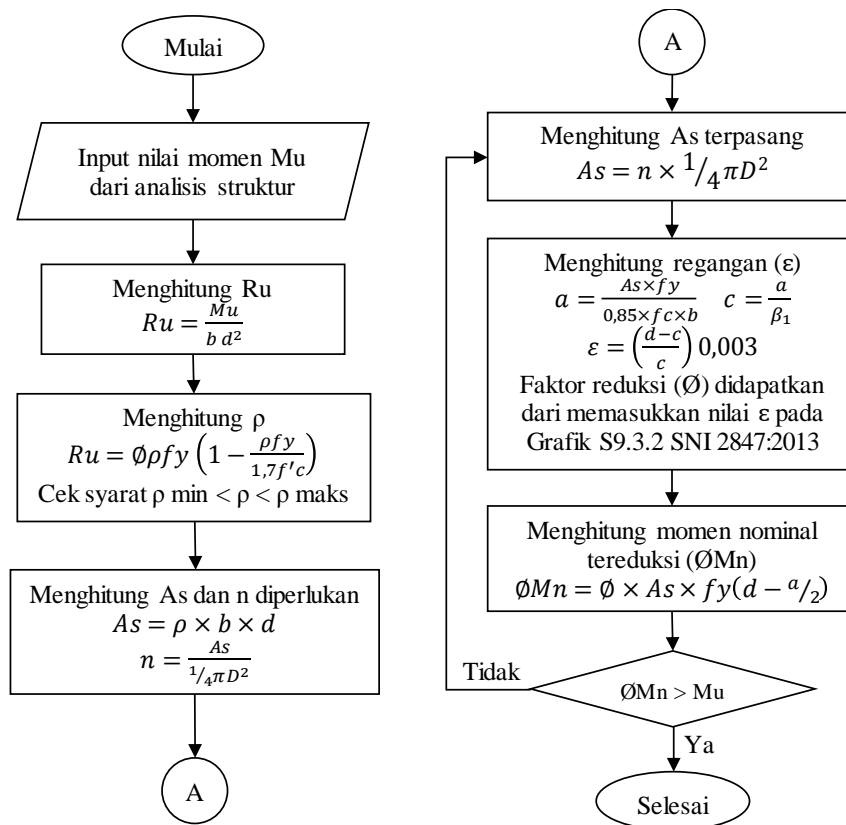
Hasil analisis dari program SAP2000, didapatkan nilai periode fundamental struktur awal bangunan (T_c) sebesar 1,3996 detik. Karena $T_c > T_{maks}$ ($1,3996 > 1,3511$), maka periode getar alami struktur (T) yang diambil adalah $T_c = 1,3511$ detik. Kemudian hasil output gaya geser dasar dinamik pada program SAP2000 dibandingkan dengan hasil gaya geser dengan perhitungan statik ekuivalen seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar Statik Ekuivalen dan Dinamik

Gaya Geser Dasar	Statik Ekuivalen (0,85V) (kN)	Dinamik (kN)
Arah X	991,884	1391,306
Arah Y	991,884	1215,584

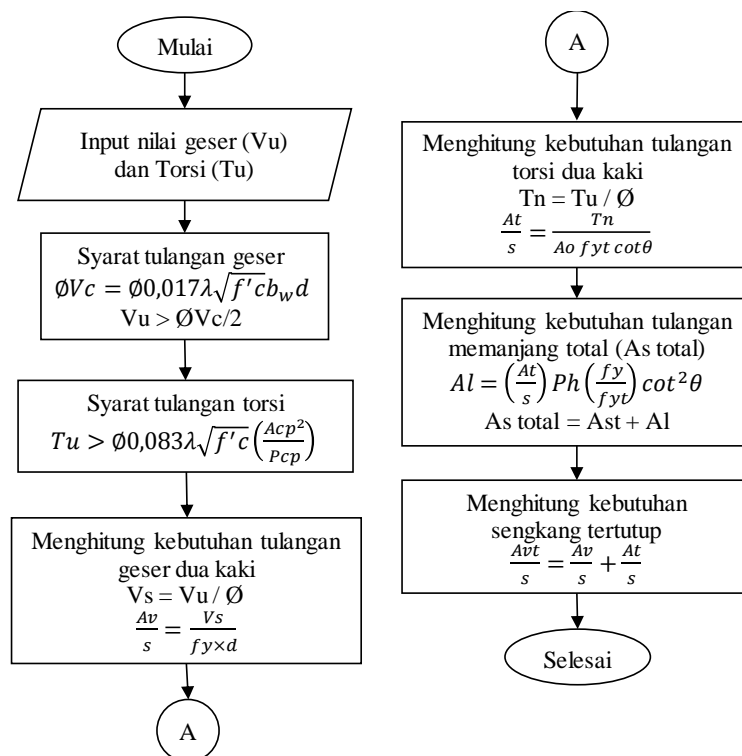
Perhitungan Balok

Perhitungan tulangan longitudinal balok dapat dilihat seperti pada diagram alir pada Gambar 3.



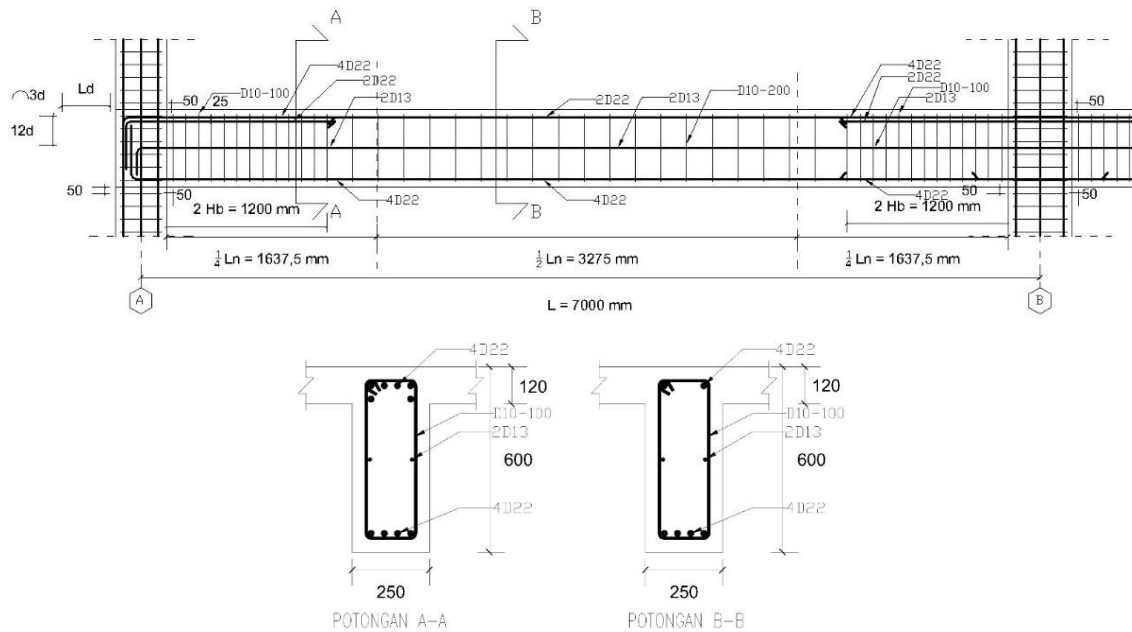
Gambar 3. Diagram Alir Perhitungan Tulangan Longitudinal Balok

Perhitungan tulangan geser dan torsi balok dapat dilihat seperti pada diagram alir pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Perhitungan Tulangan Geser dan Torsi Balok

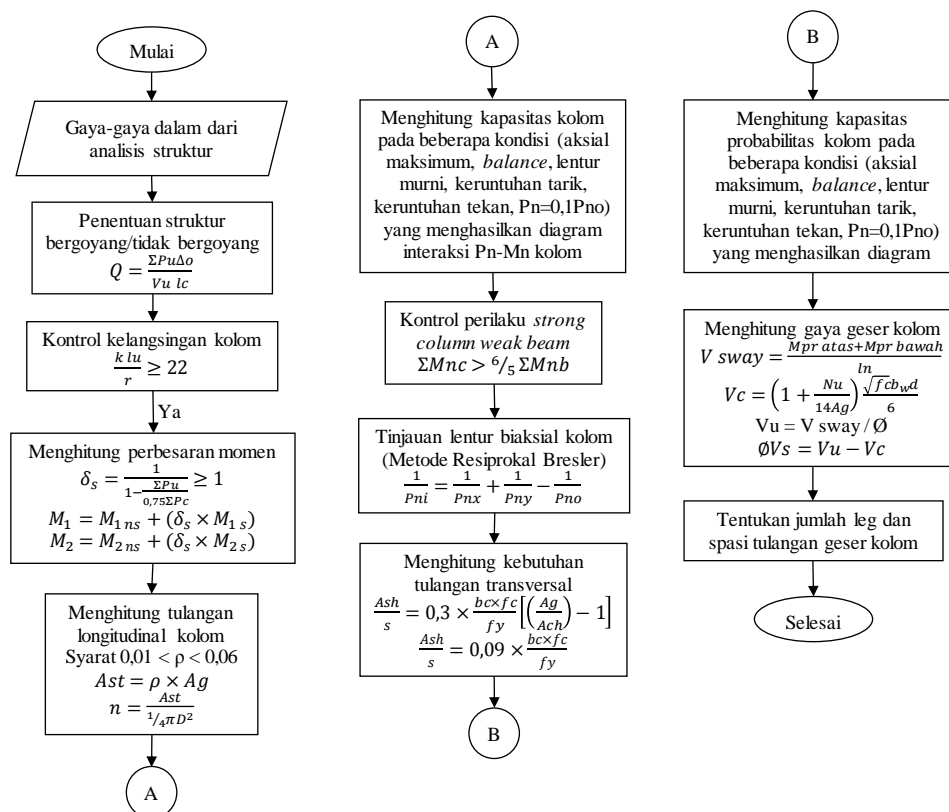
Berdasarkan cara-cara perhitungan diatas, pada Balok B1 (250 x 600 mm) didapatkan penulangan longitudinal 10D22+2D13 dengan tulangan sengkang 2 D10-100 mm pada bentang lo dan 2 D10-200 mm pada bentang diluar lo seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Penulangan Balok Induk B1

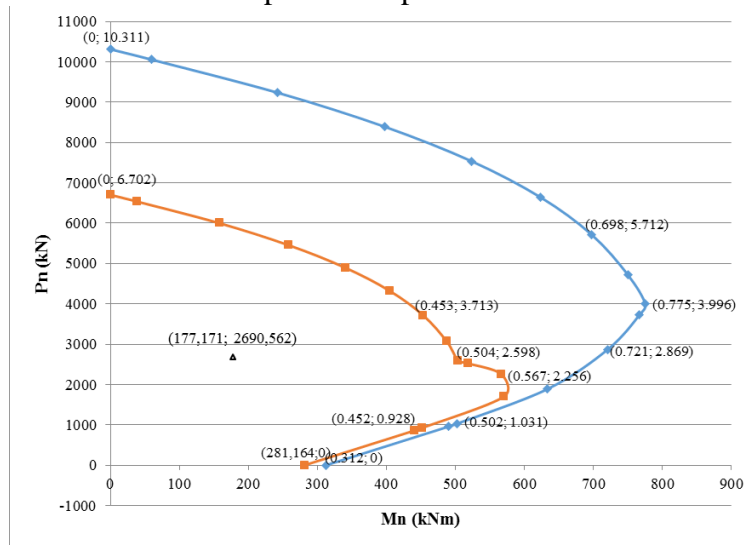
Perhitungan Kolom

Perhitungan tulangan kolom dapat dilihat seperti pada diagram alir pada Gambar 6.



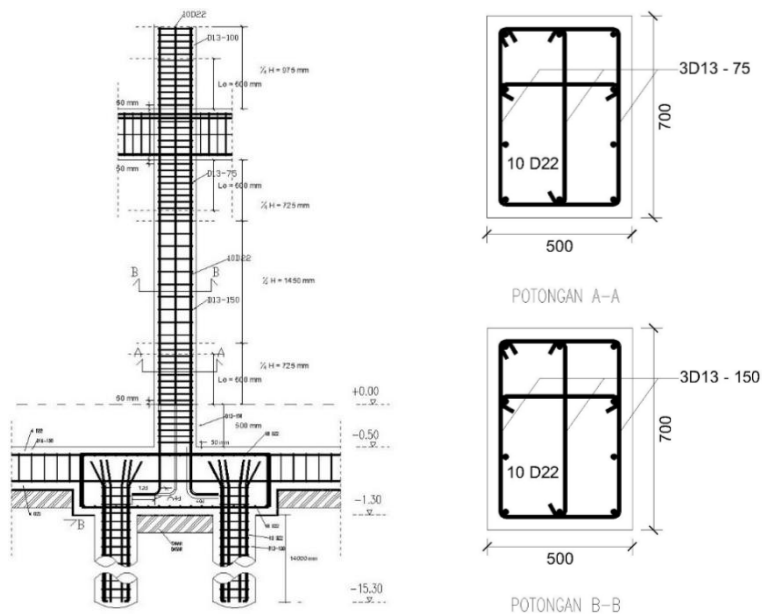
Gambar 6. Diagram Alir Perhitungan Tulangan Kolom

Kolom yang direncanakan adalah kolom K1 (500 x 700 mm) pada lantai 1 (tinggi kolom 4500 mm). Dari hasil analisis struktur, kolom K1 mempunyai nilai P_u sebesar 2690,562 kN, momen arah X sebesar 177,171 kNm dan momen arah Y sebesar 185,548 kNm. Tulangan longitudinal kolom K1 direncanakan sebanyak 10 D22 ($A_{st} = 3801,327 \text{ mm}^2$). Diagram interaksi kolom dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Interaksi Kolom K1

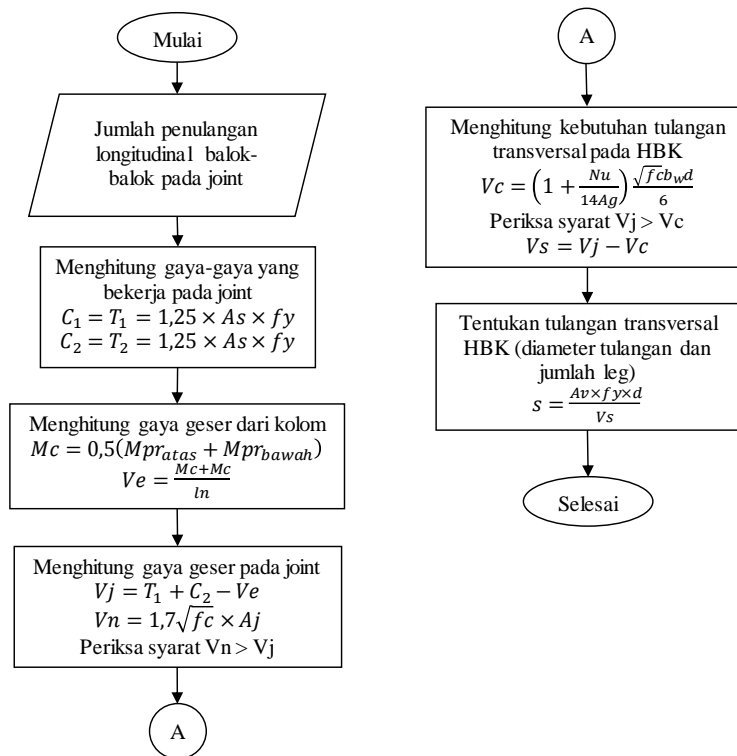
Berdasarkan cara-cara perhitungan diatas, pada Kolom K1 didapatkan penulangan longitudinal 10 D22 dengan tulangan transversal 3 leg D 13 ($A_{sh} = 369,225 \text{ mm}^2$) spasi 75 mm seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Penulangan Kolom K1

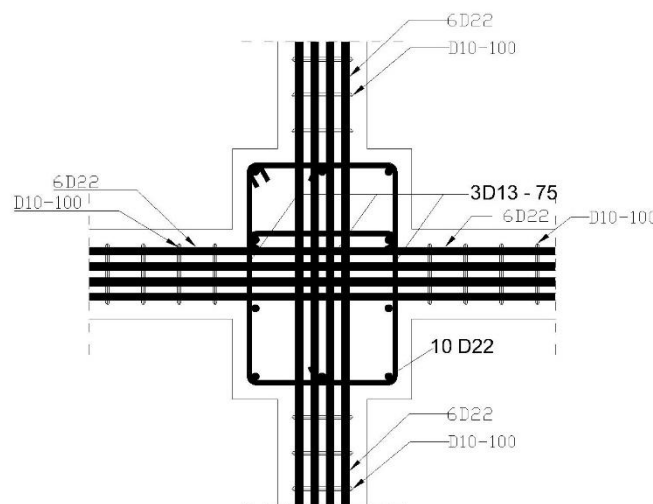
Perhitungan Hubungan Balok-Kolom (HBK)

Perhitungan tulangan hubungan balok-kolom (HBK) dapat dilihat seperti pada diagram alir pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Perhitungan Hubungan Balok-Kolom

Berdasarkan cara-cara perhitungan diatas, hubungan balok kolom antara Kolom K1 dengan dimensi 500 mm x 700 mm dan Balok B1 dengan dimensi 250 mm x 600 mm menggunakan 3 leg D 13 ($A_s = 398,197 \text{ mm}^2$) dengan spasi 75 mm seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Penulangan Hubungan Balok-Kolom

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan untuk redesain struktur gedung Hotel Citihub Magelang kemudian hasilnya dibandingkan dengan perencanaan sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya :

1. Pada penulangan kolom, perencanaan dengan SNI 2847:2013 menghasilkan tulangan longitudinal 47,9% lebih sedikit, namun tulangan transversal yang dihasilkan 25,3% lebih banyak dibandingkan perencanaan dengan SNI 2847:2002.
2. Pada penulangan balok, perencanaan dengan SNI 2847:2013 menghasilkan tulangan longitudinal 9,1% lebih sedikit, namun tulangan transversal yang dihasilkan 36,7% lebih banyak dibandingkan perencanaan dengan SNI 2847:2002.
3. Perencanaan dengan SNI 2847:2013, menghasilkan total tulangan kolom yang 27,2% lebih sedikit, dan total tulangan balok yang 2,4% lebih banyak, dibandingkan dengan perencanaan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2013. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 03-1727-2013*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012*. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian II*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang*. Erlangga : Jakarta.